

Autocuidado de indivíduos com diabetes mellitus com apoio de Agente Conversacional

Mateus Elias Gundel¹, Jordana Kich^{2,4}, Rejane Frozza^{1,3}, Andreia Rosane de Moura Valim^{2,4}, Janine Koepp^{2,4}, Lia Gonçalves Possuelo^{2,4}

¹ Departamento de Computação, Universidade de Santa Cruz do Sul - UNISC, Santa Cruz do Sul, Rio Grande do Sul, Brasil

² Departamento de Ciências da Saúde, Universidade de Santa Cruz do Sul - UNISC, Santa Cruz do Sul, Rio Grande do Sul, Brasil

³ Programa de Pós-Graduação em Sistemas e Processos Industriais – UNISC, Santa Cruz do Sul, Rio Grande do Sul, Brasil

⁴ Programa de Pós-Graduação em Promoção da Saúde – UNISC, Santa Cruz do Sul, Rio Grande do Sul, Brasil

gundel15@mx2.unisc.br, jordanakich@gmail.com, frozza@unisc.br,
avalim@unisc.br, janinek@unisc.br, liapossuelo@unisc.br

Abstract. *The objective of this work was to develop a system that would help people with diabetes in their self-care, with information being made available through a conversational agent (Chatbot Dóris). The knowledge base of Chatbot Dóris was developed based on the need of the public with diabetes: Food, Food Labels, Physical Activity and Diabetic Foot. The application developed is called “Cuidado Diabetes”, accessible both on the web and on a mobile device. Validation was carried out with specialists in the health area who followed the development of the system and with the target audience of the research, people with diabetes.*

Resumo. *O objetivo deste trabalho foi desenvolver um sistema que auxilie as pessoas com diabetes no seu autocuidado, com informações sendo disponibilizadas por meio de um agente conversacional (Chatbot Dóris). A base de conhecimento do Chatbot Dóris foi desenvolvida baseando-se na necessidade do público com diabetes, abordando: Alimentação, Rótulos de alimentos, Atividade Física e Pé Diabético. O aplicativo desenvolvido denomina-se “Cuidado Diabetes”, acessível tanto pela web como por dispositivo móvel. A validação foi realizada com especialistas da área da saúde que acompanharam o desenvolvimento do sistema e com o público-alvo da pesquisa, pessoas com diabetes.*

1. Introdução

A Diabetes *Mellitus* (DM) é uma doença crônica não transmissível, caracterizada pela elevação da glicose no sangue (hiperglicemia), resultante da deficiência na ação e/ou produção da insulina. Por ser uma doença crônica, causa complicações a longo prazo se não houver um tratamento adequado, que inclui uma série de cuidados e recomendações, e tem como base central o autocuidado. O autocuidado refere-se à capacidade dos indivíduos de preservar a sua vida, sendo ele o agente ativo na gestão de seus próprios cuidados em saúde (BRASIL, 2013; SBD, 2022; WHO, 2020a).

Segundo a Federação Internacional de Diabetes (IDF - *International Diabetes Federation*), 537 milhões de pessoas estavam vivendo com DM em 2021 no mundo, representando um crescimento de 16% nos últimos dois anos e com previsão de chegar a 643 milhões até 2030, o que faz desta patologia a emergência sanitária que mais cresce mundialmente. O Brasil ocupava em 2021 o sexto lugar na relação dos dez países com maior número de pessoas com diabetes, com 15,7 milhões de acometidos, representando um aumento de 26,61% nos últimos dez anos (IDF, 2021).

No início do ano de 2020, a infecção viral denominada covid-19 assolou todo o mundo, com características clínicas variáveis, incluindo infecções assintomáticas, infecções leves, infecções agudas e óbito (WHO, 2020b). Neste cenário, as pessoas com diabetes, em função da sua condição de saúde, estavam mais propensas a vivenciar sintomas de maior gravidade, podendo necessitar de internação hospitalar para receber cuidados e tratamento intensivo (DOWN, 2020). Ainda, os protocolos de segurança, como o isolamento social, adotados pelas entidades de saúde para contenção da propagação do vírus, também trouxeram outros problemas para esta população, como descompensação clínica, depressão e ansiedade, que foram agravados, especialmente, nos grupos já fragilizados, incluindo os idosos e pessoas com comorbidades (associação de duas ou mais doenças), como os diabéticos (BANERJEE; CHAKRABORTY; PAL, 2020).

Desta forma, neste período de pandemia, a inserção digital ocorreu em muitos setores, e na área da saúde, as tecnologias se mostraram eficientes modelando os conhecimentos técnico-científicos em ferramentas por meio das quais a atenção e os cuidados em saúde pudessem ser prestados à população (GOLINELLI *et al.*, 2020; PETRACCA *et al.*, 2020). Neste sentido, o presente estudo levantou a hipótese de que o uso de sistemas inteligentes voltados para a atenção à saúde nas doenças crônicas, como é o caso da diabetes, poderia auxiliar no autocuidado destes indivíduos, principalmente, em períodos em que o acesso aos serviços de saúde é reduzido. Utilizando técnicas inteligentes, como, por exemplo, *chatbots* para coleta de dados, e Processamento de Linguagem Natural (PLN) para estabelecer um processo de interação mais natural, seria possível auxiliar no monitoramento de indivíduos com diabetes e indicar ações de autocuidado, a fim de melhorar a sua qualidade de vida. Os *chatbots* são agentes conversacionais que realizam interações homem computador na forma de diálogos (ADAMOPOULOU; MOUSSIADES, 2020). Já a PLN estuda as interações entre a máquina e a linguagem humana (MANNING; SCHÜTZE, 1999).

Assim, o objetivo principal deste trabalho foi desenvolver um sistema inteligente baseado em *chatbot* para auxílio ao autocuidado de indivíduos com diabetes *mellitus*.

O artigo está organizado nas seguintes seções: a seção 2 apresenta alguns trabalhos relacionados ao tema da pesquisa; a seção 3 descreve o método definido para a pesquisa realizada; a seção 4 apresenta os resultados atingidos; a seção 5 aborda a conclusão.

2. Trabalhos relacionados

O presente estudo integrou dois trabalhos acadêmicos desenvolvidos pelos autores: projeto de pesquisa intitulado “Avaliação da interferência da covid-19 na saúde de indivíduos diabéticos e proposta de aplicativo para o autocuidado”, em nível de mestrado da autora Jordana Kich, no Programa de Pós-graduação em Promoção da Saúde (PPGPS) da Universidade de Santa Cruz do Sul (UNISC), cuja defesa foi realizada no ano de 2023; e projeto de pesquisa intitulado “Sistema baseado em *chatbot* para auxiliar no autocuidado de indivíduos com diabetes *mellitus*”, em nível de graduação em Engenharia da Computação do autor Mateus Elias Gundel, da Universidade de Santa Cruz do Sul (UNISC), cuja apresentação foi realizada no ano de 2022.

Para a busca de trabalhos relacionados ao tema, foram realizadas revisão em base de lojas de aplicativos, no instituto de propriedade industrial, e a bibliometria.

2.1 Aplicativos em bases de lojas

A partir de um levantamento realizado nas lojas do Google – Play Store, e da Apple – App Store, observou-se que os aplicativos existentes, em sua maioria, são para registro e acompanhamento dos dados como glicemia, aplicação de insulina, alimentos ingeridos e registro de atividades realizadas, como consultas, exames e exercícios físicos. Alguns permitem a geração de gráficos e relatórios e opção de compartilhamento das informações. Os aplicativos utilizam menus com navegação em textos e imagens para mostrar as informações, possuindo o seu *download* gratuito, mas alguns com funcionalidades pagas. A busca foi realizada utilizando quatro termos, em português e inglês: 1) autocuidado/self-care; 2) autogerenciamento/self-management; 3) diabético(s)/diabetic(s) e 4) diabete(s). Foram considerados apenas aplicativos com linguagem ou tradução para o português e com média de avaliações superior ou igual a 4 estrelas, tendo como resultado 29 aplicativos.

2.2 Instituto Nacional de Propriedade Industrial (INPI)

A busca foi realizada no site do INPI no campo “Programas de Computador”, para verificar a existência de registros relacionados aos termos: diabetes (14 resultados); diabético (5 resultados); autocuidado e autogerenciamento (nenhum resultado). Foram encontrados disponíveis para *download* apenas dois destes aplicativos, ambos relacionados ao pé diabético.

2.3 Bibliometria

A busca foi realizada nas bases de dados Scopus, PubMed e Science Direct com os termos *diabetes*, *machine learning* e *chatbot* no período de 2018 a 2022. Os artigos foram escolhidos utilizando o método PRISMA (LIBERATI *et al.*, 2009). Na fase de triagem foram selecionados os artigos que continham os termos de busca definidos. Na fase de elegibilidade foi realizada a análise do título, palavras-chaves e resumo dos

artigos, e por fim, na etapa de inclusão, foram escolhidos os 3 artigos que mais se relacionavam ao tema abordado. A partir da comparação e estudo dos artigos, foi possível observar que já existem pesquisas propondo auxiliar o diagnóstico, controle e cuidado da *Diabetes Mellitus*, que, na maioria, faz uso de algoritmos de Aprendizado de Máquina ou Inteligência Artificial, bem como utiliza *chatbots* para realizar a interação com o usuário, mostrando que é um assunto crescente, e uma preocupação válida atualmente. Destes trabalhos, dois são de 2020 e um deles de 2019, mostrando que é um assunto atual, mas sem tantos trabalhos depois do início da pandemia, que intensificou o autocuidado para pessoas com diabetes. Assim, o autocuidado ainda pode ser melhorado com o uso de sistemas computacionais, buscando melhor assertividade nas indicações clínicas (BALI *et al.*, 2019; CHAKI *et al.*, 2020; SOWAH *et al.*, 2020).

A Tabela 1 apresenta um comparativo dos trabalhos relacionados.

Tabela 1. Trabalhos Relacionados

Artigo	Objetivo	Área de aplicação	Parâmetros verificados	Técnicas utilizadas
(CHAKI <i>et al.</i> , 2020)	Detectar o diagnóstico, realizar controle e tratamento da <i>Diabetes Mellitus</i> com aprendizado de máquina	Saúde, Aprendizado de máquina, Inteligência artificial, chatbots	Bases de dados, classificações em Aprendizado de Máquina e métodos de diagnóstico e métricas de desempenho	Redes neurais convolucionais
(SOWAH <i>et al.</i> , 2020)	Desenvolver um sistema para melhorar o gerenciamento da <i>Diabetes</i> utilizando Aprendizado de Máquina	Saúde, Aprendizado de máquina	Precisão dos modelos preditivos e validação através de métodos de entropia cruzada	Algoritmo KNN, redes neurais utilizando Tensorflow, chatbot usando algoritmos cognitivos
(BALI <i>et al.</i> , 2019)	Desenvolver uma aplicação para o diagnóstico da <i>Diabetes</i> com o uso de um chatbot	Saúde, chatbots	Precisão entre os classificadores e os modelos de classificação	RASA NLU, React UI, Python, modelos de previsão, modelos de Naive Bayes e Árvore de Decisão
Este trabalho	Desenvolver um sistema inteligente para auxílio ao autocuidado de indivíduos com <i>Diabetes Mellitus</i>	Saúde, chatbots	Avaliação e validação com profissionais da área da saúde e usuários com <i>diabetes</i>	Sistema web com integrações com serviços de linguagem natural e Chatbot.

3. Métodos

A abordagem do *Design Science Research* (DSR) foi escolhida para guiar o desenvolvimento do sistema inteligente, pois é considerado um método que fundamenta e operacionaliza a condução da pesquisa para desenvolvimento de inovações. O método é estruturado por etapas, as quais constituem estratégias e ações metodológicas que podem ser adaptadas de acordo com as necessidades de cada pesquisa (DRESCH; LACERDA; ANTUNES, 2015). Indica-se, a seguir, as fases de desenvolvimento do aplicativo:

- Identificação do problema: “De que forma é possível disponibilizar informações úteis aos indivíduos com *Diabetes Mellitus* por meio de um sistema baseado em *chatbot*?”.

- Conscientização do problema: Formalização de todos os componentes do problema a ser solucionado através de dados transversais obtidos mediante entrevista com diabéticos tipo 2.

- Revisão em bases de dados: Busca na base de dados do Instituto Nacional de Propriedade Industrial, para identificar o que se tem produzido na temática, considerando que muitos artefatos ainda não foram divulgados em periódicos, pois aguardam a liberação do pedido de patente ou registro de software, busca nas bases das lojas de aplicativos Play Store e Apple Store, e bibliometria.

- Identificação dos aplicativos e configuração das classes de problemas: Análise dos aplicativos já disponíveis no mercado e determinação das classes de problema que o aplicativo irá se propor a auxiliar.

- Proposição, projeto, desenvolvimento e avaliação do artefato: Envolve todas as etapas de desenvolvimento do sistema baseado em *chatbot*, para interação com o público-alvo do sistema, com modelagem, implementação, testes e avaliação.

- Explicitação das aprendizagens: Descrição dos limites da utilização do aplicativo, bem como das condições de uso no ambiente real.

- Conclusões: Descrição dos objetivos e metas alcançados e os não alcançados.

- Generalização para uma classe de problemas: Indicação de uso do aplicativo para solucionar problemas elencados anteriormente.

- Comunicação dos Resultados: Relato dos resultados da pesquisa.

4. Resultados

Como resultado, foi desenvolvido um PWA (*Progressive Web App*), no qual o indivíduo com *Diabetes Mellitus* acessa uma interface por meio do seu celular ou computador, navega em algumas informações e inicia uma conversa com o *chatbot* Dóris. A Dóris fornece informações sobre a diabetes e orientações sobre os cuidados necessários, auxiliando na tomada de decisões do indivíduo. As informações e orientações são em relação à alimentação, às atividades físicas possíveis de serem realizadas, os rótulos do alimento e como entendê-los e informações sobre o pé diabético.

O sistema foi definido e desenvolvido em cinco módulos que se integram para gerar toda a experiência de uso para os usuários, sendo eles:

- **Interface do sistema:** A parte que realiza a interface e interação com o usuário, que possui instruções de uso, o *chat* para o contato com a Dóris, e realiza a captação de métricas de uso dos usuários. O Vue.js foi a base para o desenvolvimento do *front-end* da aplicação.
- **Aplicação:** É a parte que recebe as requisições e ações dos usuários e realiza o seu processamento. As ações possíveis referem-se à interação com o *chatbot*, com o sistema de texto para fala e com o salvamento de informações no banco de dados. O sistema é um PWA (*Progressive Web App*), no qual o indivíduo com *Diabetes Mellitus* acessa uma interface através do seu celular ou computador, navega em algumas informações e inicia uma conversa com o *chatbot* Dóris.
- **Banco de dados:** Responsável por armazenar todos os dados e informações inseridas na aplicação pelos usuários. Foi utilizado o PostgreSQL.
- **Chatbot:** Responsável por armazenar, processar e responder às interações dos usuários, bem como entender as intenções dos usuários e relacionar com os fluxos possíveis de informações previamente configurados.
- **Texto para Fala:** Realiza a leitura dos textos recebidos, convertendo-os do *chatbot* para voz em português, utilizando os algoritmos já treinados de PLN (Processamento de Linguagem Natural) dos serviços do Watson e AWS.

Toda a interface do sistema foi desenvolvida com base na estruturação das telas realizada por uma especialista em experiência do usuário, toda a estruturação e desenho das telas foi realizado na plataforma Figma antes do desenvolvimento.

A Figura 1 demonstra as telas desenhadas.

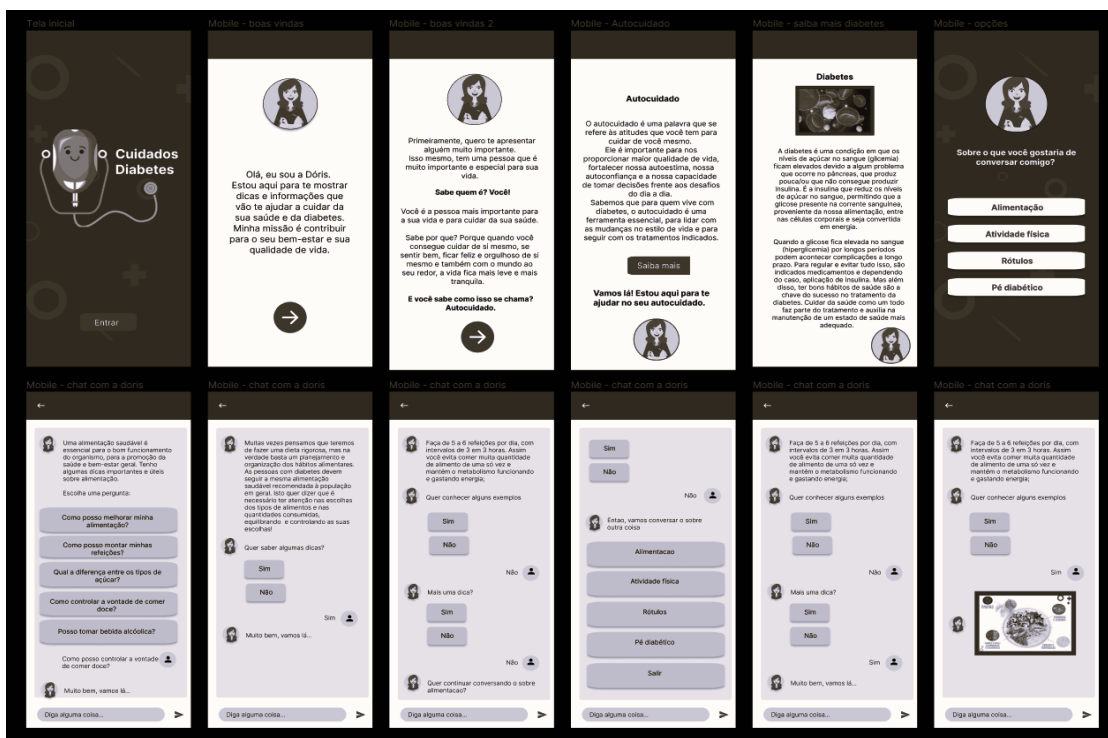


Figura 1. Telas desenvolvidas no sistema

Após o desenho e discussão da interface, o *front-end* foi desenvolvido utilizando Vue.js, que se comunica com o *back-end* python através de chamadas API Rest para a busca dos dados a serem exibidos e interações que são realizadas com o *chatbot*.

Para o desenvolvimento do *back-end*, foi utilizado o Python com o seu *framework* para desenvolvimento web FastAPI, o qual monta os endpoints da API Rest e realiza a comunicação com o bando de dados Postgresql. O Python também é responsável por guardar as informações das conversas realizadas pelos usuários, o envio e o processamento da conversação para o Watson, e o processamento de texto para fala, que é realizado após receber uma resposta do *chatbot*.

A Figura 2 ilustra o fluxo da informação quando ocorre a comunicação com o *chatbot*: i) o dado é coletado pela interface, chegando na aplicação; ii) a aplicação envia para o *chatbot*; iii) o *chatbot* devolve a próxima mensagem, que é enviada para o serviço de conversão de texto para fala; iv) a mensagem retorna como áudio para a aplicação; v) a aplicação une estes dados e devolve para a interface exibir para o usuário.

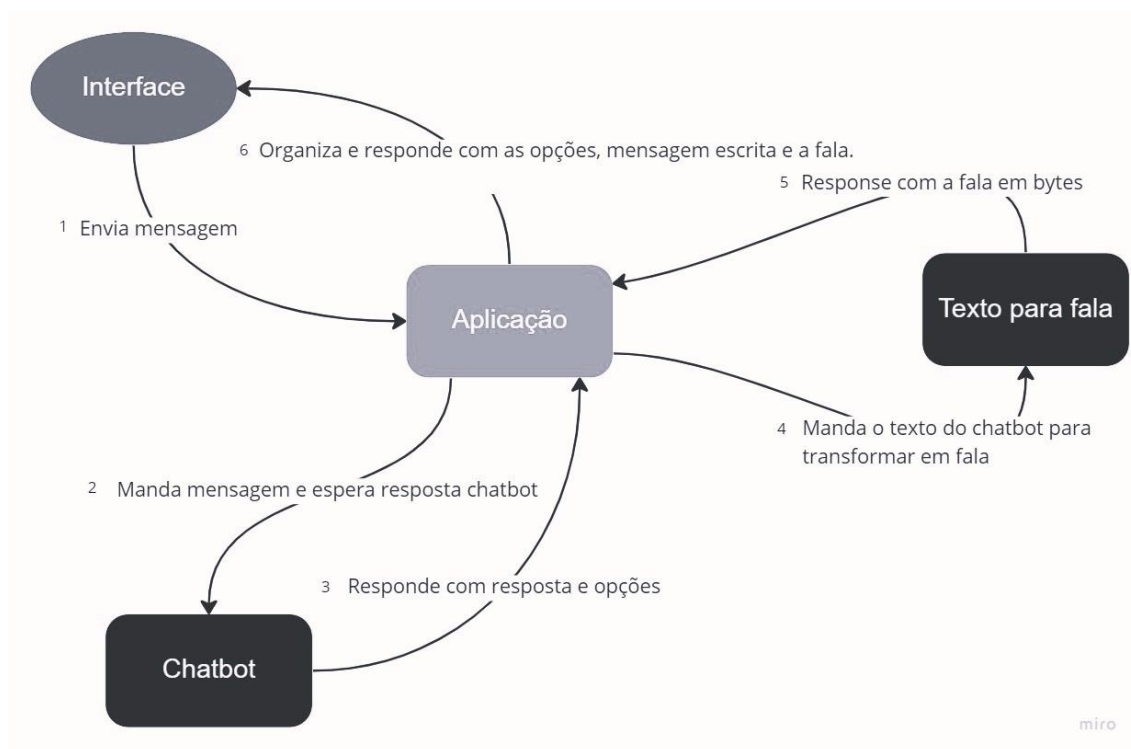


Figura 2. Fluxo da informação no sistema.

A Dóris é um *chatbot* que interage com usuários por meio de texto escrito e áudio, com expressões faciais, e utilizando os recursos de PLN do IBM Watson. Sua arquitetura possui três módulos: i) o módulo Perceptivo, responsável por receber como entrada a interação realizada pelo usuário, que poderá ser por meio de áudio ou texto e, após realizar o processo de entrada de informação, ocorre o encaminhamento de dados para o módulo cognitivo; ii) o módulo Cognitivo realiza os processos de tomadas de decisão, ou seja, o agente define as ações que serão tomadas futuramente; iii) o módulo Reativo é responsável por responder, por meio de áudio ou texto, a decisão tomada pelo módulo cognitivo (COSSUL *et al.*, 2018).

Para o desenvolvimento do *chatbot* Dóris, foi utilizada a plataforma IBM Watson Assistant em seu plano grátis, que permite a criação dos fluxos de conversas e possui integração através de sua API. Como conteúdo para a elaboração dos fluxos na plataforma, foram definidos quatro assuntos principais, os quais mais foram relatados como dificuldades por pacientes diabéticos que se dispuseram a responder uma pesquisa, que teve 174 entrevistas realizadas com o público-alvo do aplicativo.

Para a interação com os usuários, foram gerados quatro fluxos de conversas distintos para cada um dos assuntos de maior dificuldade relatados. Cada um deles foi discutido e validado com profissionais das áreas. Por exemplo, sobre exercícios físicos, houve auxílio de um profissional de Educação Física para validar as informações disponibilizadas no aplicativo.

Todo o fluxo de conversação com o *chatbot* ocorre através de escolhas e direcionamentos que o usuário informa ao *chatbot*. Há opções em caixas de diálogos a serem selecionadas em cada tema, como sugestões para seguir os fluxos definidos de conversação, ou então, quem estiver utilizando o sistema pode inserir uma dúvida diretamente na caixa de texto. A Figura 3 apresenta todos os fluxos definidos, sendo Alimentação, Atividade Física, Rótulos e Pé diabético. A Figura 4 ilustra um dos fluxos específicos, o de Atividades Físicas.

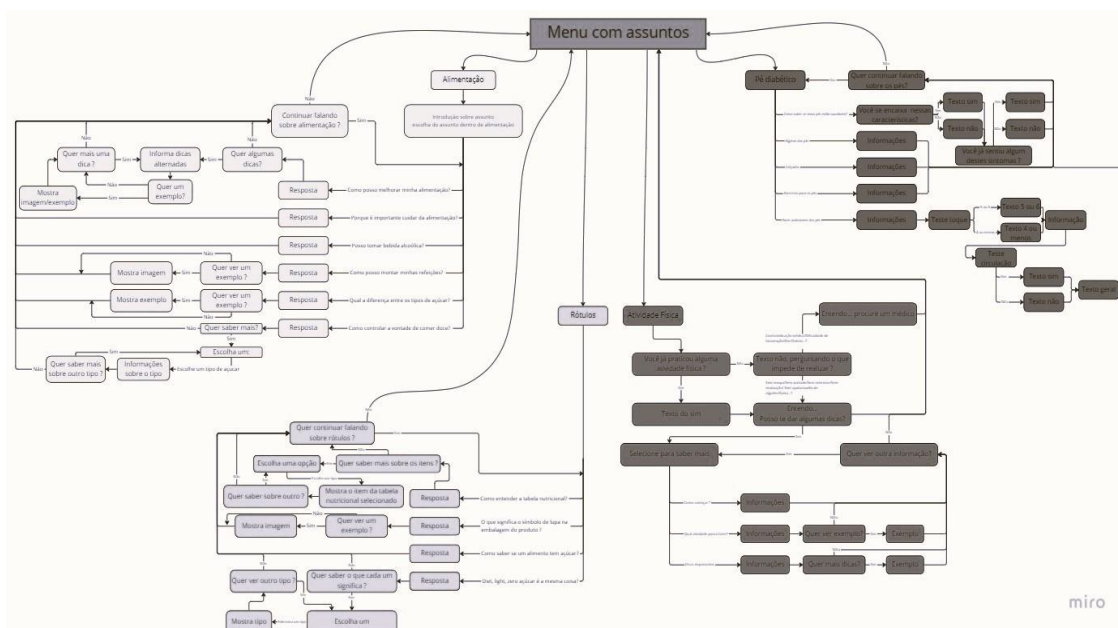


Figura 3. Fluxos de interação com a Dóris

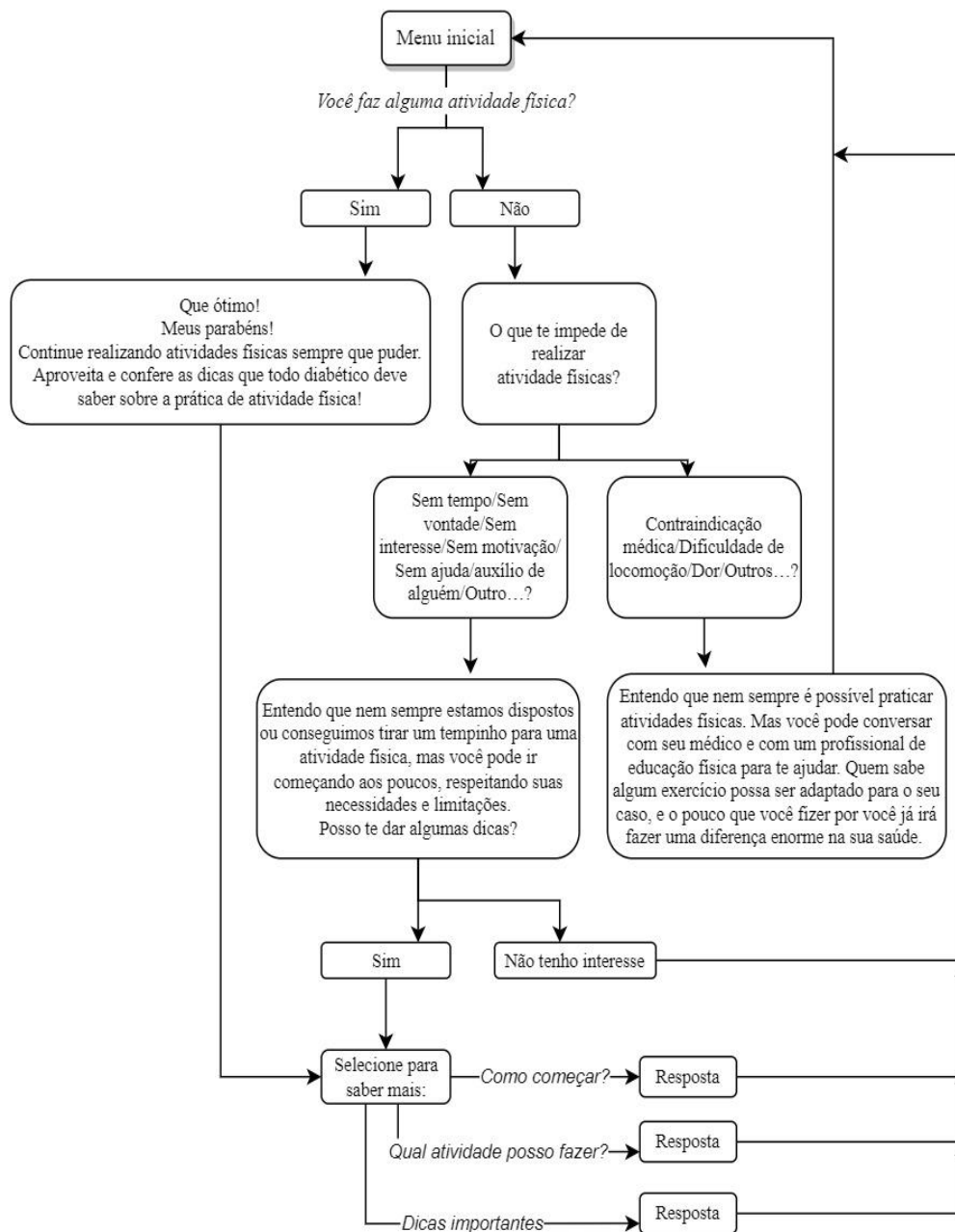


Figura 4. Fluxo de atividade física

Na interação com a Dóris, as respostas fornecidas, seguindo o fluxo, são convertidas para áudio, e podem ser tanto lidas na interface do sistema, quanto ouvidas. Esta conversão é realizada pelos serviços IBM Watson Text to Speech ou Amazon Poly.

5. Conclusão

O aplicativo “Cuidados Diabetes” foi desenvolvido e validado, e está disponível na web e para dispositivos móveis, com o objetivo de auxiliar as pessoas com diabetes no seu autocuidado, fornecendo informações úteis através de uma interface simples e fácil de ser utilizada. A integração com a *chatbot* Dóris e conversores de texto para fala, torna a interação do usuário com o sistema facilitada, garantindo melhor experiência para os usuários.

Uma pesquisa com um grupo de 174 pessoas com diabetes foi realizada, a fim de definir os requisitos a serem contemplados pelo aplicativo, além de questões para um *design* agradável e útil para os usuários. No entanto, ressalta-se a importância do contato regular dos indivíduos com diabetes com seu médico, sendo o uso do aplicativo um auxílio para o autocuidado.

O aplicativo desenvolvido é uma inovação tecnológica na área da saúde por ser o primeiro aplicativo para este público, agregando um agente virtual (*chatbot*) com interação a partir de texto e áudio. A escolha de utilizar *chatbot*, além de garantir o diferencial deste aplicativo, sustenta a ideia de uma conversação com o usuário, proporcionando um dos elementos fundamentais para a construção de habilidades para o autocuidado - a informação.

Referências

- Adamopoulou, E; Moussiades, L. (2020). Chatbots: History, technology, and applications. *Machine Learning with Applications*.
- Bali, M. et al. (2019). An automated, yet interactive and portable DB designer. In: *International Journal of Recent Technology and Engineering (IJRTE)*.; 8:6334–6340.
- Banerjee M, Chakraborty S, Pal R. (2020). Diabetes self-management amid covid-19 pandemic. *Diabetes Metab Syndr.*;14(4):351-354.
- Brasil (2013). Ministério da Saúde. *Cadernos de Atenção Básica: estratégias para o cuidado da pessoa com doença crônica – Diabetes Mellitus*, n. 36. Brasília, 2013.
- Chaki, J. et al. (2020). Machine learning and artificial intelligence-based diabetes mellitus detection and self-management: A systematic review. In: *Journal of King Saud University – Computer and Information Sciences*.
- Cossul, D.; Frozza, R.; Fagundes, B. J.; Ferreira, G.; Kipper, L. M.; 54 Witczak, M. V. C. Evolução do agente pedagógico emocional Dóris em um ambiente virtual de aprendizagem. In: Editora Poisson. (Org.). *Gestão da Produção em Foco*.1ªed. Belo Horizonte: Poisson, Vol. 24, p. 28-38. 2018.
- Down, S. (2020). Covid-19 and diabetes. In: *Journal of Diabetes Nursing* 24.
- Dresch, A, Lacerda DP, Antunes JAVJ (2015). *Desing Science Research: método de pesquisa para avanço da ciência e tecnologia*. Porto Alegre: Boolmann.
- IDF. International Diabetes Federation (2021). *IDF Diabetes Atlas 10th Edition*, Belgium, 2021.
- Golinelli, D. et al. (2020). Adoption of digital technologies in health care during the covid-19 pandemic: systematic review of early scientific literature. *Journal of Medical Internet Research.*;22(11): 1-23.
- Liberati, A. et al. *The prisma statement for reporting systematic reviews and meta-analyses of studies that evaluate health care interventions: Explanation and elaboration*. 2009.
- Manning, C.D., Schutze, H. (1999). *Foundations of statistical natural language processing*. MIT Press.

- Petracca, F. et al. (2020). Harnessing digital health technologies during and after the covid-19 pandemic: context matters. *Journal of Medical Internet Research.*;22(12): 1-7.
- SBD. Sociedade Brasileira de Diabetes (2022). *Diretrizes da Sociedade Brasileira de Diabetes.*
- Sowah, R.A. et al. (2020). Design and development of diabetes management system using machine learning. In: *International Journal of Telemedicine and Applications.*
- WHO. World Health Organization (2020a). *Self-care health interventions.*
- WHO. World Health Organization. (2020b). *Naming the coronavirus disease (COVID-19) and the virus that causes it.*